

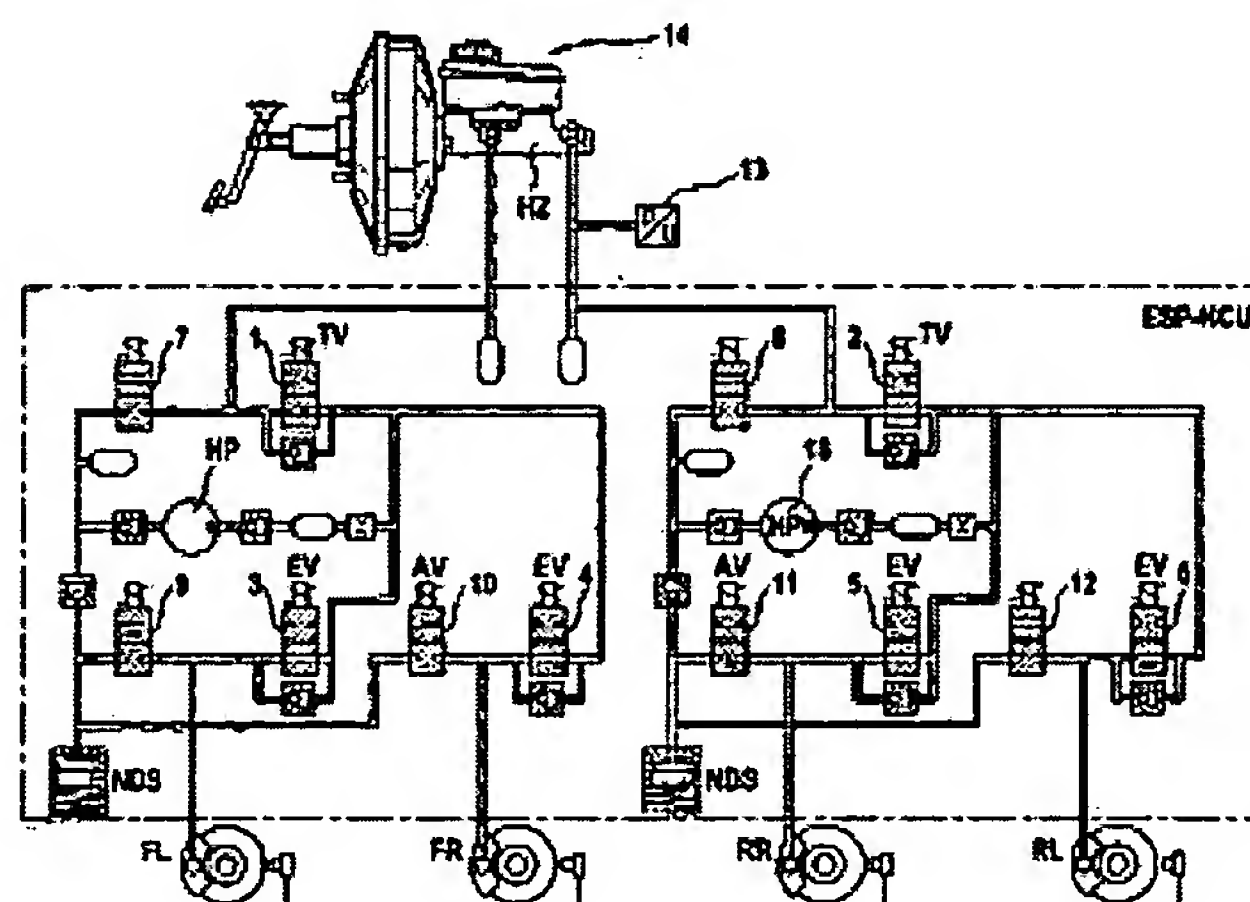
Calibrating current/opening characteristic of analogue hydraulic valve for regulated motor vehicle brake system, involves diagnostic or calibration process in which test rod is applied to brake pressure transducer and valve changeover

Patent number: DE10221456
Publication date: 2003-02-06
Inventor: FENNEL HELMUT (DE); LOOS MIRCO (DE)
Applicant: CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG (DE)
Classification:
- international: **B60T8/36; B60T8/42; B60T8/48; B60T8/36; B60T8/42; B60T8/48; (IPC1-7): B60T8/32**
- european: **B60T8/36; B60T8/36F6; B60T8/42B; B60T8/48B4D2**
Application number: DE20021021456 20020515
Priority number(s): DE20021021456 20020515; DE20011033079 20010711; DE20021019309 20020430

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10221456

The method involves applying a test rod to a brake pressure generator, causing braking pressure in the braking system and a wheel brake, opening the outlet valve, returning fluid after opening an inlet valve by driving a pump, measuring or estimating the pressure in the braking system or the pressure difference across the valve to be calibrated, changing the valve over and determining the valve regulating current at the start of the changeover. The method involves a diagnostic or calibration process in which a test rod is applied to a brake pressure generator (14), causing braking pressure in the braking system and a wheel brake, opening the outlet valve (9-12) allowing brake fluid to pass into a low pressure tank and pressure in the braking system to decrease, returning the fluid after opening an inlet valve (3-6) by driving a pump, measuring or estimating the pressure in the braking system dependent on operating the pump or the pressure difference across the hydraulic valve to be calibrated, changing the valve over and determining the valve regulating current at the start of the changeover.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)
4



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 21 456 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 T 8/32

⑳ Aktenzeichen: 102 21 456.5
㉔ Anmeldetag: 15. 5. 2002
㉕ Offenlegungstag: 6. 2. 2003

⑥6 Innere Priorität:

101 33 079. 0 11. 07. 2001
102 19 309. 6 30. 04. 2002

㉑ Anmelder:

Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,
DE

㉒ Erfinder:

Fennel, Helmut, 65812 Bad Soden, DE; Loos, Mirco,
66583 Spiesen-Elversberg, DE

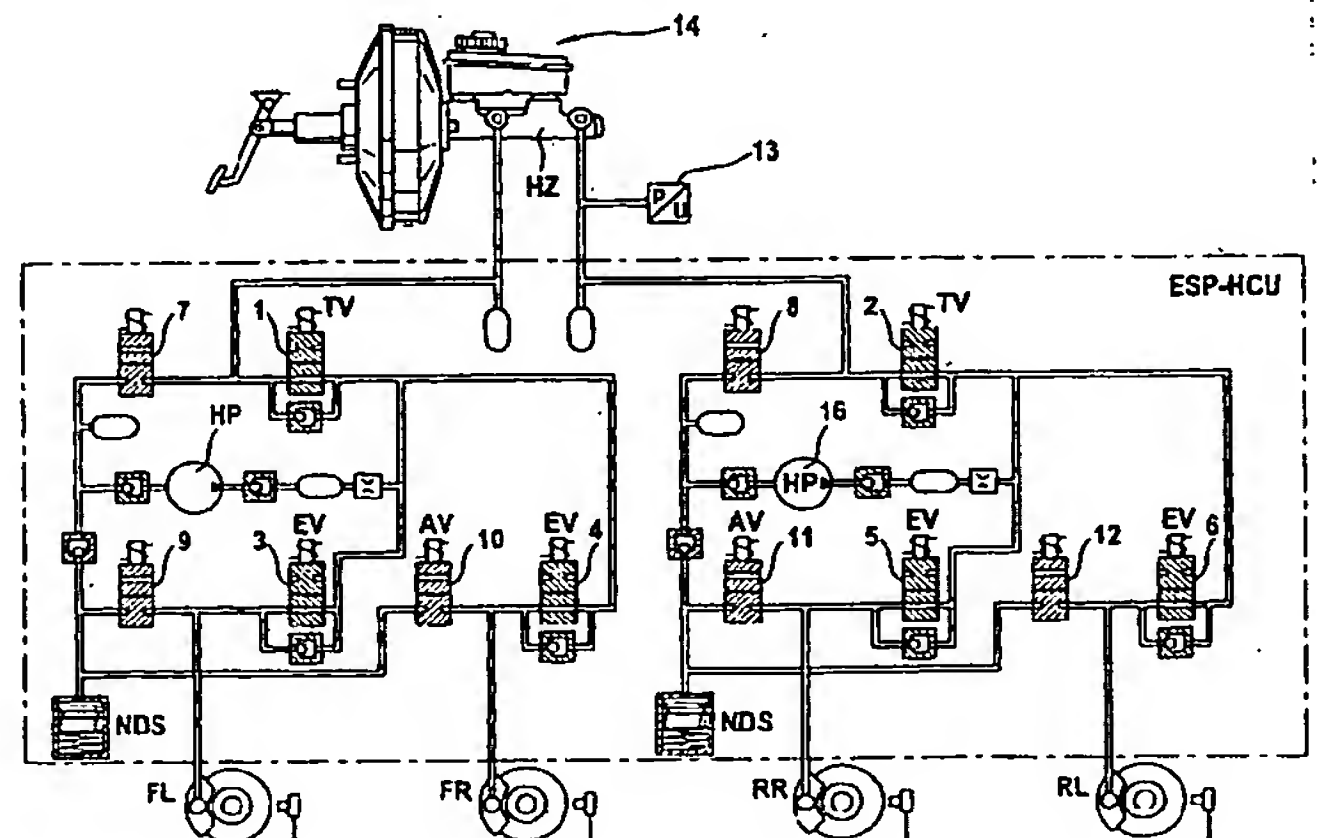
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 198 50 386 A1
DE 101 04 497 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zum Kalibrieren der Strom/Öffnungs-Charakteristik eines analogen Hydraulikventils

- ⑤7 Zum Kalibrieren der Strom/Öffnungs-Charakteristik eines analogen Hydraulikventils eines Kraftfahrzeug-Bremsen- oder Regelungssystems, bei dem mit Hilfe eines Bremsdruckgebers erzeugter Bremsdruck über ein Trennventil und über ein Einlassventil zu einer Radbremse gelangt und bei dem in einem geschlossenen System Bremsdruck über ein Auslassventil aus der Radbremse in einen Niederdruckspeicher geleitet und über eine Rückförderpumpe in den Bremskreis zurückgeführt wird, wobei als Trennventil und als Einlassventil die analogisierten Hydraulikventile verwendet werden, werden
- in einem Diagnose- oder Kalibriervorgang mit einer Prüfstange, die an den Bremsdruckgeber angelegt wird, Bremsdruck in dem Bremssystem und einer Radbremse hervorgerufen wird,
 - dass durch Öffnen des Auslassventils Druckmittel aus der Radbremse in den Niederdruckspeicher abgeleitet und der Druck im Bremssystem abgebaut wird,
 - dass nach dem Schließen des Einlassventils das Druckmittel durch Ansteuern der Pumpe zurückgeführt wird,
 - dass der von der Ansteuerung der Pumpe abhängige Druck im Bremssystem oder die Druckdifferenz über dem zu kalibrierenden Hydraulikventil gemessen oder geschätzt wird,
 - dass das zu kalibrierende Hydraulikventil durch rampenförmige oder stufenförmige Änderung des Ventilstromes umgeschaltet wird, und
 - dass der zu Beginn des Umschaltvorgangs, d. h. zu Beginn des Öffnens oder Schließens des Ventils fließende Ventilerregerstrom ermittelt.



BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Kalibrieren der Strom/Öffnungs-Charakteristik eines analogen oder analogisierten Hydraulikventils eines geregelten Kraftfahrzeug-Bremsen- oder Regelungssystems, wie eines ABS-, ASR-, ESP-Systems etc., bei dem mit Hilfe ein Bremsdruckgebers erzeugter Bremsdruck über ein Trennventil und über ein Einlassventil zu einer Radbremse gelangt und bei dem in einem geschlossenen System Bremsdruck über ein Auslassventil aus der Radbremse in einen Niederdruckspeicher geleitet und über eine Rückförderpumpe in den Bremskreis zurückgeführt wird, wobei als Trennventil und als Einlassventil die analogisierten Hydraulikventile verwendet werden.

[0002] In der Weiterentwicklung von ABS/ESP-Systemen werden vermehrt analogisierte Ventile (AD-Ventile) zur Regelung der Hydraulikflüssigkeit eingesetzt. Der Strom bei dem das AD-Ventil öffnet, ist jedoch stark von der am Ventil anliegenden Druckdifferenz abhängig. Um die AD-Ventile regeln zu können, ist es notwendig, diesen Stromwert, der hier weiterhin als "Öffnungspunkt" bezeichnet wird, zu kennen.

[0003] Der Öffnungspunkt ist weiterhin von Fertigungstoleranzen und vom Verschleiß des Ventils und anderer Bauteile des Bremsensystems abhängig. Daher ist bei einem Reglertausch eine Anpassung der Hydraulik an den Regler notwendig. Die Öffnungspunkte müssen in dem Regler abgelegt werden.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Kalibrieren von Hydraulikventilen (AD-Ventilen) der eingangs genannten Art zu entwickeln, das zuverlässig arbeitet, zu Ergebnissen mit hoher, in jedem Fall ausreichender Genauigkeit führt und das sich mit vergleichsweise geringem Zeitaufwand durchführen lässt.

[0005] Es hat sich herausgestellt, dass diese Aufgabe durch das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren gelöst wird, dessen Besonderheit darin besteht,

- dass in einem Diagnose- oder Kalibriervorgang mit einer Prüfstange, die an den Bremsdruckgeber angelegt wird, Bremsdruck in dem Bremsensystem und einer Radbremse hervorgerufen wird,
- dass durch Öffnen des Auslassventils Druckmittel aus der Radbremse in den Niederdruckspeicher abgeleitet und der Druck im Bremsensystem abgebaut wird,
- dass nach dem Schließen des Einlassventils das Druckmittel durch Ansteuern der Pumpe zurückgeführt wird,
- dass der von der Ansteuerung der Pumpe abhängige Druck im Bremsensystem oder die Druckdifferenz über dem zu kalibrierenden Hydraulikventil gemessen oder geschätzt wird,
- dass das zu kalibrierende Hydraulikventil durch rampenförmige oder stufenförmige Änderung des Ventilstromes umgeschaltet wird, und
- dass der zu Beginn des Umschaltvorgangs, d. h. zu Beginn des Öffnens oder Schließens des Ventils fließende Ventilerregerstrom ermittelt.

[0006] Nach einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das zu kalibrierende Ventil ein stromlos offenes Hydraulikventil, wobei der beim Abbau des Ventilerregerstroms zu Beginn des Ventilöffnens fließende Strom ermittelt wird.

[0007] Weiterhin hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den Ventilerregerstrom, der zu Beginn des Ventilöffnens fließt, durch Beobachten des Druckverlaufs im Bremsdruck-

geber zu detektieren. Ein Drucksensor im Hauptzylinder ist hierfür von Nutzen.

[0008] Zur Bestimmung der Ventilcharakteristik des zu kalibrierenden Ventils werden nach einer weiteren Ausführungsart der Erfindung systematisch Differenzdrücke bestimmter Höhe über dem geschlossenen Ventile eingestellt, und es wird jeweils der Ventilöffnungsstrom in Abhängigkeit von der Druckdifferenz ermittelt und in der Reglerelektronik gespeichert.

[0009] Schließlich ist noch möglich, Differenzdrücke verschiedener Höhe über dem zu kalibrierenden Ventil durch entsprechende Ansteuerung der Rückförderpumpe einzustellen und mit Hilfe des im Bremsdruckgeber installierten Drucksensors zu messen. In anderen Fällen genügt es, die Höhe des durch die Pumpenansteuerung hervorgerufenen Druckes in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Pumpenansteuerungs-Vorgabe abzuschätzen.

[0010] Weitere Vorteile und Einzelheiten gehen aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der beigelegten Abbildungen hervor. Es zeigen:

[0011] Fig. 1 in schematisch vereinfachter Darstellung die wichtigsten hydraulischen und mechanischen Komponenten eines geregelten Bremsensystems,

[0012] Fig. 2 tabellarisch die wichtigsten Schritte eines Verfahrens zur Kalibrierung eines Einlassventils und

[0013] Fig. 3 in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 2 die wesentlichen Schritte zur Kalibrierung eines Trennventils.

[0014] In Fig. 1 sind die Komponenten eines Bremsensystems wiedergegeben, das in Verbindung mit einem nicht dargestellten elektronischen Regler zur Bremsen- und Fahrstabilitätsregelung (ABS, ASR, ESP etc.) geeignet ist.

[0015] Dargestellt ist ein Bremsdruckgeber 14, der im vorliegenden Beispiel aus einem pedalbetätigten Tandem-Hauptzylinder (HZ) mit vorgeschaltetem Servo-Aggregat besteht. Es handelt sich um ein zweikreisiges Bremssystem. Beide Bremskreise sind im Prinzip identisch aufgebaut und über Trennventile (TV) 1, 2 an den Hauptzylinder angeschlossen. Zur Bremsdruckregelung sind jedem Rad bzw. jeder Radbremse in bekannter Weise ein Einlassventil (EV) 3-6 und ein Auslassventil (AV) 9-12 zugeordnet. Die Trennventile 1, 2 und die Einlassventile 3-6 sind als stromlos offene AD-Ventile ausgebildet. Jeder hydraulische Kreis enthält einen Niederdruckspeicher NDS zur Aufnahme des im Druckabbau-Modus über die stromlos geschlossenen 2/2-Wegeventile (AV) abgeleiteten Druckmittels sowie des weiteren eine Rückförderpumpe 16. Ein elektrisch steuerbares, stromlos geschlossenes 2/2-Wegeventil 7, 8 wird im ASR-Modus zumindest zeitweise auf Durchlass umgeschaltet.

[0016] Für das erfindungsgemäße Verfahren sind nur die analogisierten Hydraulikventile (AD-Ventile), also die Einlassventile (EV) 3-6 und die Trennventile (TV) 1, 2, von Belang. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird es möglich, diese AD-Ventile auf einfache Weise zu kalibrieren.

[0017] Fig. 2 zeigt die erforderlichen Schritte zum Kalibrieren eines Einlassventils. Erfindungsgemäß wird zunächst mit Hilfe einer sogenannten Prüfstange hydraulischer Druck im Bremsensystem hervorgerufen. Durch die Prüfstange legt das Bremspedal einen festen Weg zurück und ruft im Hauptzylinder einen bestimmten Druck hervor. Dieser Systemdruck kann mit einem im Bremsdruckgeber, hier im Hauptzylinder HZ, installierten Drucksensor 13 gemessen werden. In modernen Bremsanlagen, z. B. in Bremsanlagen mit ESP-Funktion, sind solche Drucksensoren ohnehin bereits vorhanden.

[0018] Mit der Prüfstange wird (Schritt 1) ein bestimmter

Systemdruck aufgebaut und dadurch ein entsprechendes Druckmittelvolumen in die Radbremse verschoben. Nach dem Abbau des Druckes durch Öffnen des Auslassventils AV (Schritt 2) und Abfluss des Druckmittels in den Niederdruckspeicher NDS sinkt der Druck im Hauptzylinder HZ und am Sensor 13 auf nahezu 0 bar. Durch Einschalten der Hydraulikpumpe (HP) 16 und Rückförderung des Druckmittels in den Bremskreis (Schritt 3) wird ein Druckanstieg an der Einlassseite des Einlassventils EV erreicht, wobei durch Bemessung der Pumpen-Ansteuerungszeit vorgegebene Druck-Sollwerte in Abhängigkeit von der Pumpenansteuerung einstellbar sind. Auf diese Weise lassen sich mehrere Stufen oder Messpunkte zur Erfassung einer Ventilcharakteristik gewinnen, ohne dass die Pedalbetätigung geändert werden müsste; die durch die Prüfstange hervorgerufene Pedalverschiebung wird beibehalten. Für den Kalibrierungsvorgang oder Kalibrierungsaufwand ist dies ein entscheidender Vorteil. Der durch die Pumpenansteuerung eingestellte Druck wird durch den Drucksensor 13 gemessen (Schritt 4). An der Bremsenseite des geschlossenen Einlassventils herrscht der Druck 0; die Druckdifferenz über dem Einlassventil EV ist somit bekannt.

[0019] Nun wird das Einlassventil EV (Schritt 5) mit einer fallenden Stromrampe oder Treppenfunktion bestromt. Bei voller Bestromung ist das Ventil EV geschlossen. Bei einem der Druckdifferenz über dem Ventil entsprechenden Wert des Ventilerregerstromes beginnt das Ventil zu öffnen. Der damit verbundene Druckausgleich wird durch den Drucksensor 13 im HZ ermittelt. Für verschiedene Druckdifferenzen kann der entsprechende Öffnungspunkt (Stromwert) bestimmt und gespeichert werden.

[0020] Der gespeicherte Stromwert ist der zur Druckdifferenz zugehörige Öffnungspunkt. Die Ansteuerung des AD-Ventils kann mittels Stromrampe, Treppenfunktion oder einer veränderbaren PWM realisiert werden. Da mittels der Prüfstange verschiedene Drücke vorgegeben werden können und somit verschiedene Volumina in das System eingebracht werden können, ist es auf sehr einfache Weise möglich, den Öffnungspunkt für verschiedene Differenzdrücke zu bestimmen.

[0021] Fig. 3 beschreibt die einzelnen Schritte zur Kalibrierung eines Trennventils TV, hier des TV 2 (siehe Fig. 1), das die Einlassventile 5 und 6 mit dem Hauptzylinder HZ des Bremsdruckgebers 14 verbindet.

[0022] Es handelt sich wiederum um ein stromlos offenes analogisiertes Hydraulikventil. Im Unterschied zum Verfahrensablauf nach Fig. 2 kann im Schritt 4 die Bremsdruckdifferenz über dem geschlossenen Trennventil nur geschätzt, nicht jedoch mit dem Sensor 13 am HZ gemessen werden. Ein weiterer Drucksensor neben dem Sensor 13 steht in der Ausführungsart nach Fig. 3 nicht zur Verfügung. Der Druck an der Eingangsseite des Einlassventils und damit die Druckdifferenz über dem geschlossenen Trennventil TV (der Druck im HZ ist in dieser Phase nahezu 0) lässt sich ausreichend genau aus der Ansteuerungszeit der Hydraulikpumpe HP errechnen bzw. auf Basis der Pumpenansteuerungszeit abschätzen.

über ein Auslassventil aus der Radbremse in einen Niederdruckspeicher geleitet und über eine Rückförderpumpe in den Bremskreis zurückgeführt wird, wobei als Trennventil und als Einlassventil die analogisierten Hydraulikventile verwendet werden, **dadurch gekennzeichnet**,

dass in einem Diagnose- oder Kalibriervorgang mit einer Prüfstange, die an den Bremsdruckgeber angelegt wird,

Bremsdruck in dem Bremsensystem und einer Radbremse hervorgerufen wird,

dass durch Öffnen des Auslassventils Druckmittel aus der Radbremse in den Niederdruckspeicher abgeleitet und der Druck im Bremsensystem abgebaut wird,

dass nach dem Schließen des Einlassventils das Druckmittel durch Ansteuern der Pumpe zurückgeführt wird,

dass der von der Ansteuerung der Pumpe abhängige Druck im Bremsensystem oder die Druckdifferenz über dem zu kalibrierenden Hydraulikventil gemessen oder geschätzt wird,

dass das zu kalibrierende Hydraulikventil durch rampenförmige oder stufenförmige Änderung des Ventilstromes umgeschaltet wird, und

dass der zu Beginn des Umschaltvorgangs, d. h. zu Beginn des Öffnens oder Schließens des Ventils fließende Ventilerregerstrom ermittelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zu kalibrierende Ventil ein stromlos offenes Hydraulikventil ist und dass der beim Abbau des Ventilerregerstroms zu Beginn des Ventilöffnens fließende Strom ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Bremsdruckgeber ein Bremsensystem mit einem Hauptzylinder, der mit einem Drucksensor ausgerüstet ist, verwendet wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der der Ventilerregerstrom, der zu Beginn des Ventilöffnens fließt, durch Beobachten des Druckverlaufs im Bremsdruckgeber detektiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Ventilcharakteristik des zu kalibrierenden Ventils systematisch Differenzdrücke verschiedener, vorgegebener Höhe über dem geschlossenen Ventile eingestellt werden und jeweils der Ventilöffnungsstrom in Abhängigkeit von der Druckdifferenz ermittelt und gespeichert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass Differenzdrücke verschiedener Höhe über dem zu kalibrierenden Ventil durch entsprechende Ansteuerung der Rückförderpumpe eingestellt und mit Hilfe des im Bremsdruckgeber installierten Drucksensors gemessen oder in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Pumpenansteuerung geschätzt werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kalibrieren der Strom/Öffnungs-Charakteristik eines analogen oder analogisierten Hydraulikventils eines geregelten Kraftfahrzeug-Bremsen- oder Regelungssystems, wie eines ABS-, ASR-, ESP-Systems etc., bei dem mit Hilfe ein Bremsdruckgebers erzeugter Bremsdruck über ein Trennventil und über ein Einlassventil zu einer Radbremse gelangt und bei dem in einem geschlossenen System Bremsdruck

BEST AVAILABLE COPY

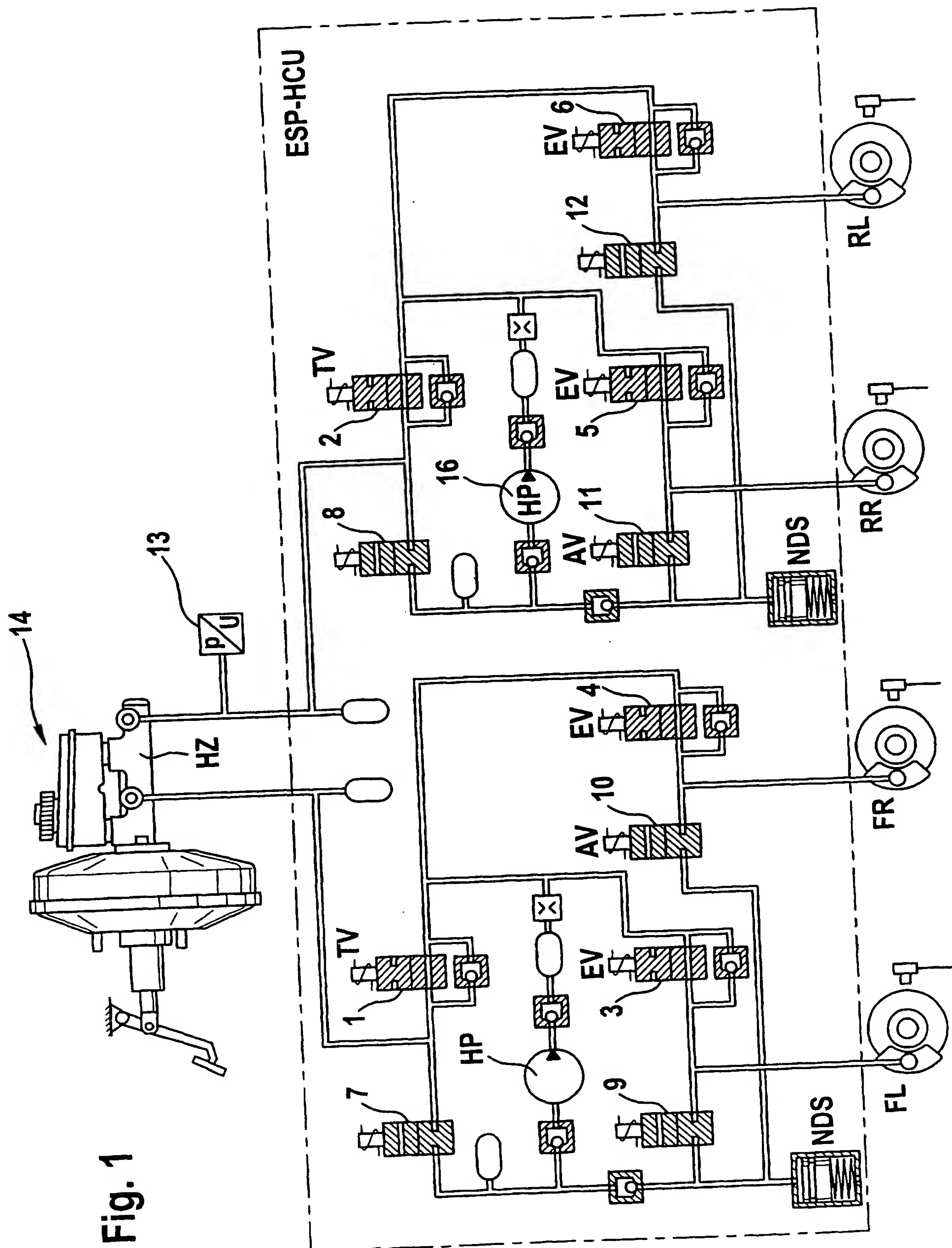


Fig. 1

Kalibrieren eines Einlassventils EV:

Schritte	EV	AV	EUV	TV	Pumpe	
1	O	G	G	O	I	Druck wird mit der Prüfstange aufgebaut.
2	G	O	G	O	I	Druck wird in den NDS abgelassen.
3	G	-	G	O	A	Mit der Pumpe wird vor dem EV Druck aufgebaut. Pumpen- ansteuerung wird in Stufen variiert.
4	G	-	G	O	I	Der vor dem EV anliegende Druck wird mit dem HZ-Sensor gemessen. Hinter dem EV ist der Druck ca. 0 bar.
5	G	-	G	O	I	Das EV wird mit der Stromrampe angesteuert.
6	G/O	-	G	O	I	Das EV beginnt zu öffnen. Dies wird durch Druckabfall im HZ sensiert. Der Strom- messwert wird gespeichert.

Es bedeuten:**G = geschlossen****O = offen****A = aktiv****I = inaktiv****Fig. 2**

Kalibrieren eines Trennventils TV:

Schritte	EV	AV	EUV	TV	Pumpe	
1	O	G	G	O	I	Druck wird mit der Prüfstange aufgebaut.
2	G	O	G	O	I	Druck wird in den NDS abgelassen.
3	-	G	G	G	A	Druck wird mittels der Pumpe aufgebaut.
4	-	G	G	G	I	Der Druck hinter dem TV wird abhängig von der Pumpenansteuerung geschätzt. Der Druck vor dem TV beträgt nahezu 0 bar.
5	-	G	G	G	I	Das TV wird mit einer Stromrampe angesteuert.
6	-	G	G	G/O	I	Das TV beginnt zu öffnen. Dies wird durch einen Druckanstieg am HZ-Sensor sensiert.

Es bedeuten:

G = geschlossen
 O = offen
 A = aktiv
 I = inaktiv

Fig. 3